

Л. Б. Валиева, К. Г. Земляной

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
liyaval@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОГНЕУПОРНЫХ ВСТАВОК С МАГНИТНЫМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ МГД- ПЕРЕМЕШИВАТЕЛЯ

Рассмотрены вопросы разработки специальной массы для повышения энергоэффективности работы индукционного МГД-перемешивателя.

Ключевые слова: МГД-перемешиватель; металлургия; огнеупоры; расплав

L. B. Valieva, K. G. Zemlianoi

Ural Federal University, Ekaterinburg

DESIGNING OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF REFRACTORY WITH MAGNETIC PROPERTIES FOR THE MHD STIRRER

The issues of development a special mass to increase the energy efficiency of an induction MHD stirrer are considered.

Key words: *electromagnetic stirrer; metallurgy; refractory; liquid-alloy.*

Для получения жидкого полупродукта с необходимыми свойствами в металлургии применяют плавильные агрегаты. При этом доводку марки стали, как правило, проводят при внепечной обработке, одним из важных этапов которой является электромагнитное перемешивание [1]. Оно заключается в совместном использовании сталь-ковша или специального миксера с электромагнитным перемешивателем, у которого индуктор устанавливается с одной из сторон печи/ковша или под подиной.

Преимуществами такого способа являются отсутствие контакта между расплавленным металлом и индуктором, простота конструкции и высокая надежность [2].

Несмотря на технологическое преимущество у оборудования существует один недостаток – наличие большого рабочего зазора между индуктором перемешивателя и расплавленным металлом, величина которого совпадает с толщиной огнеупорной футеровки, что приводит к большим потерям и большим мощностям, требуемым для перемешивания расплава. Одним из направлений усовершенствования мгд-перемешивателя является компенсация большого технологического зазора между индуктором и расплавом [3].

В данной работе рассматриваются вопросы разработки технологии изготовления магнитосодержащих огнеупорных вставок, свойства которых можно приравнять к свойствам теплоизоляционных изделий, что позволит размещать вставки в теплоизоляционный слой футеровки миксера, в зоне температур не более 500 °С.

Исследована возможность получения вставок двумя традиционными для технологии огнеупоров методами. Первый – метод полусухого прессования, второй – метод вибролитья из холодных текучих масс (безобжиговый способ).

Соотношения компонентов для метода полусухого прессования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав шихты для прессования

Компонент	Содержание, %	
	1	2
Вода	~ 5	~ 5
Глина Дружковского месторождения	~ 29	~ 29
Карбонильное железо	~ 66	~ 47
Шамот	–	~ 19

Обжиг образцов в виде цилиндров и колец проводился в углеродистой засыпке. Общее время обжига составило 9 часов. Максимальная температура 950 °С.

Значения свойств после проведенных испытаний представлены в табл. 2.

Так как термообработка в восстановительной среде трудозатратная, было решено применить безобжиговую технологию.

Таблица 2

Свойства обожженных образцов

Обозначение образца	$V_{\text{ср}}$, %	$P_{\text{откр.ср}}$, %	$\rho_{\text{к.ср}}$, г/см ³	$\sigma_{\text{сж.ср}}$, МПа	σ , См/м	μ
1	9,0	30,0	2,72	30,0	$8 \cdot 10^{-4}$	3,3
2	14,0	51,0	2,97	28,0	$3 \cdot 10^{-3}$	9,6

Для преодоления возникших проблем с термообработкой магнитосодержащего огнеупорного материала было решено получать изделия по технологии неформованных огнеупорных бетонов алюмосиликатного и корундового составов, компоненты которых представлены в табл. 3.

Таблица 3

Состав алюмосиликатных бетонных смесей

Компоненты	Содержание, %					
	Шамот		Корунд			
Обозначение состава	Ш	2Ш	3К	6М	7М	8М
Шамот ШБ	3,5	20,9	—	—	—	—
Карбонильное железо	60,9	43,6	70,2	52,9	62,3	70,0
Реактивный глинозем	17,4	17,4	12,3	29,8	21,4	12,2
Calcium Alumina CM-14M	4,3	4,4	4,4	4,4	4,5	4,4
ADW-1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
ADS-1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Вода	13	12,8	12,3	11,8	11,0	12,5

Вторым направлением исследования стало использование возможности получения магнитосодержащих вставок на основе магнезиального бетона, ввиду хороших электроизоляционных свойств периклаза. Составы исследованных бетонных масс представлены в табл. 4.

Результаты исследования магнитных свойств у бетонов представлены в табл. 5.

Таблица 4

Состав бетонных смесей

Компонент	Содержание, %			
	1	2	3	4
Глина	5,0	4,3	4,3	4,4
Карбонильное железо	41,3	51,7	60,9	52,6
Высокоглиноземистый цемент	41,3	30,2	21,7	-
ADW	0,8	0,9	0,9	-
Вода	11,6	12,9	12,2	-
MgO	-	-	-	30,7
Раствор MgSO ₄ ($\rho = 1,24 \text{ г/см}^3$)	-	-	-	12,3

Таблица 5

Результаты исследования магнитных свойств

Параметр	Состав массы			
	1	2	3	4
Относительная магнитная проницаемость μ	6,9	7,0	6,7	6,9

Механические свойства образцов с составами, подобными составу бетонной смеси № 2, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Значения механических свойств

Обозначение образца	Температура сушки/обжига, °C	$V_{\text{ср}}, \%$	$P_{\text{откр.ср}}, \%$	$\rho_{\text{к.ср}}, \text{г/см}^3$	$\sigma_{\text{сж.ср}}, \text{МПа}$
6М'	110	5,0	10,0	3,10	1,6
6М·		5,0	7,0	2,92	4,0
6М'	400	7,5	10,0	3,06	7,5
6М·		2,5	10,0	3,05	5,6

Таким образом, были разработаны и испытаны составы масс, усиливающие воздействие электромагнитного поля на расплав в оборудовании с магнитогидродинамическим перемешиванием. В составе с оптимальными свойствами: водопоглощение 7,5 %, открытая пористость 10 %, кажущаяся плотность 3,06 г/см³ и

прочность при сжатии 7,5 МПа, количество железа в пределах 53 %, глины – 3,5 %, присутствуют оба диспергирующих глинозема и вода.

Наличие вставок в МГД-перемешивателе позволит снизить затраты энергии и повысить производительность его работы.

Список использованных источников

1. Виноградов С. В. Разработка, совершенствование и внедрение технологии внепечной обработки стали в условиях ОАО «НТМК» : автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.16.02 / Ин-т металлургии УрО РАН. Екатеринбург, 2007. 27 с.
2. Применение МГД устройств в металлургии : учебное пособие по самостоятельной работе / под ред. В. Н. Тимофеева, Е. А. Головенко, Е. В. Кузнецова. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2007. 360 с.
3. Study of the influence of current frequency and non-magnetic gap value on the efficiency of Al-alloys stirring in metallurgical furnaces / A. Pedcenko, Yu. Gelfgat // Magnetohydrodynamics. 2007. Vol. 43, № 3. P. 363–375.